



Attorney Docket: 056205.52780US
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: SHIGEAKI MATSUBARA ET AL
Serial No.: 10/665,562 Group Art Unit: To Be Assigned
Filed: SEPTEMBER 22, 2003 Examiner: To Be Assigned
Title: AUTOMOTIVE RADIO WAVE RADAR AND SIGNAL
PROCESSING

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 2002-275090,
filed in Japan on September 20, 2002, is hereby requested and the right of priority
under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original
foreign application.

October 7, 2003

Respectfully submitted,

Vincent J. Sunderdick
Registration No. 29,004

CROWELL & MORING, LLP
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844

VJS:adb

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月20日
Date of Application:

出願番号 特願2002-275090
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-275090]

出願人 株式会社日立製作所
Applicant(s):

2003年 9月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3078523

【書類名】 特許願

【整理番号】 A200883

【提出日】 平成14年 9月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01S 13/00

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社
 日立製作所 自動車機器グループ内

 【氏名】 松原 茂明

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社
 日立製作所 自動車機器グループ内

 【氏名】 高野 和明

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立
 製作所 日立研究所内

 【氏名】 黒田 浩司

【特許出願人】

 【識別番号】 000005108

 【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

 【識別番号】 100091096

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 平木 祐輔

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 015244

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車載用電波レーダ装置及びその信号処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自車前方へある周波数を中心に変調した電波を送信アンテナから放射し、先行車等からの反射波を受信アンテナで受信して、少なくとも先行車の自車輦に対する相対位置を検出する車載用電波レーダ装置において、

送信する電波の中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振する発振手段と、

前記発振手段で送信される複数の中心周波数毎に、先行車の位置情報を算出する信号処理手段と、

を備えていることを特徴とする車載用電波レーダ装置。

【請求項 2】 前記信号処理手段は、少なくとも 3 つ以上の中心周波数で算出された位置情報の中で多数決を行い、何らかの電波障害により矛盾する位置情報が算出された場合に、多数決の結果、少ない方の位置情報を異常値と判断し排除することを特徴とする請求項 1 に記載の車載用電波レーダ装置。

【請求項 3】 自車前方へある周波数を中心に変調した電波を送信アンテナから放射し、先行車等からの反射波を受信アンテナで受信して、少なくとも先行車の自車輦に対する相対位置を検出する車載用電波レーダ装置において、

送信する電波の中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振する発振手段と、

受信された少なくとも 3 つ以上の中心周波数による反射波を各々ミキサでダウンコンバートした中間周波信号からスペクトラムを算出し、何らかの電波障害により該スペクトラムの一部またはそのすべてが異なる波形と判断されたときに、それを異常と判断し排除する信号処理手段と、

を備えていることを特徴とする車載用電波レーダ装置。

【請求項 4】 自車前方へ異なる 2 つの周波数を交互に放射し、先行車からの反射波を受信アンテナで受信して、該先行車の相対距離情報を 2 つの周波数の位相差から算出する 2 周波 CW レーダであることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の車載用電波レーダ装置。

【請求項 5】 時間とともに所定パターンで変化する周波数変調を行う F M C Wレーダであることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の車載用電波レーダ装置。

【請求項 6】 自車前方へ異なる 2 つの周波数を交互に放射し、先行車からの反射波を受信アンテナで受信して、該先行車の相対距離情報を 2 つの周波数の位相差から算出する 2 周波 C Wレーダ方式の車載用電波レーダ装置において、

該レーダ装置で受信される 2 周波の受信スペクトラムを算出し、何らかの電波障害により該スペクトラムの一部またはそのすべてが異なる波形と判断されたときに、それを異常と判断する信号処理手段を備えていることを特徴とする車載用電波レーダ装置。

【請求項 7】 複数の中心周波数において干渉が発生し、全て異常と判断される場合には、ドライバにレーダによる障害物検知が不可能であることを報告する手段を備えていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の車載用電波レーダ装置

【請求項 8】 ドライバへの注意喚起には視覚表示を行う表示器および／または音声出力を行うスピーカを用いることを特徴とする請求項 7 に記載の車載用電波レーダ装置。

【請求項 9】 自車前方へある周波数を中心に変調した電波を送信アンテナから放射し、先行車等からの反射波を受信アンテナで受信して、少なくとも先行車の自車輻に対する相対位置を検出する車載用電波レーダ装置の信号処理方法において、

送信する電波の中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振し、送信される複数の中心周波数毎に、先行車の位置情報を算出し、少なくとも 3 つ以上の中心周波数で算出された位置情報の中で多数決を行い、何らかの電波障害により矛盾する位置情報が算出された場合に、多数決の結果、少ない方の位置情報を異常値と判断し排除することを特徴とする車載用電波レーダ装置の信号処理方法。

【請求項 10】 自車前方へある周波数を中心に変調した電波を送信アンテナから放射し、先行車等からの反射波を受信アンテナで受信して、少なくとも先

行車の自車輦に対する相対位置を検出する車載用電波レーダ装置の信号処理方法において、

送信する電波の中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振し、受信された反射波をミキサでダウンコンバートした中間周波信号からスペクトラムを算出し、何らかの電波障害により該スペクトラムの一部またはそのすべてが異なる波形と判断されたときに、それを異常と判断し排除することを特徴とする車載用電波レーダ装置の信号処理方法。

【請求項 11】 自車前方へ異なる 2 つの周波数を交互に放射し、先行車からの反射波を受信アンテナで受信して、該先行車の相対距離情報を 2 つの周波数の位相差から算出する 2 周波 CW レーダ方式の車載用電波レーダ装置の信号処理方法において、

該レーダ装置で受信される 2 周波の受信スペクトラムを算出し、何らかの電波障害により該スペクトラムの一部またはそのすべてが異なる波形と判断されたときに、それを異常と判断することを特徴とする車載用電波レーダ装置の信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車載用電波レーダ装置及びその信号処理方法に関し、特に、先行車の自車輦に対する相対位置を検出する車載用電波レーダ装置及びその信号処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

現在、自動車等で使用される車載用電波レーダの適用周波数に 76GHz 帯が割当てられており、76GHz から 77GHz まで 1GHz の範囲内で使用することが義務付けられている。

【0003】

電波レーダ装置では、自車の電波レーダとまったく同じ周波数を使用する他の電波レーダ（例えば対向車）が伝搬範囲内に居合せると、干渉を起こし、先行車

の位置検出を正確に行えなくなる可能性がある。

この対策として、例えば特開平 4 - 2 3 6 3 8 8 公報に示されているように、電波レーダ装置から放射されるレーダ波に I D 信号を重畳し、I D 信号を判断基準として、受信したレーダ波が自車と同一周波数の他車レーダ波であるか否かを判断し、受信レーダ波が自車と同一周波数の他車レーダ波である場合には、自車レーダ波の周波数を変更することで誤検知を防止する技術がある。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような従来技術では、放射するレーダ波に I D 信号を重畳するための I D 信号発振器に加え、受信波を復調した後に I D 信号が自車のものかを判断する I D 信号判断部が必要となり、結果的に、レーダ装置のコストアップにつながる。

【 0 0 0 5 】

この発明は、上述の如き問題点を解消するためになされたもので、その目的とするところは、特別な回路や判断部を必要とせず、コストアップなしに干渉を含む電波障害による誤検知を防止する車載用レーダ装置およびその信号処理方法を提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、この発明による車載用レーダ装置は、自車前方へある周波数を中心に変調した電波を送信アンテナから放射し、先行車等からの反射波を受信アンテナで受信して、少なくとも先行車の自車輻に対する相対位置を検出する車載用電波レーダ装置において、送信する電波の中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振する発振手段と、前記発振手段で送信される複数の中心周波数毎に、先行車の位置情報を算出する信号処理手段とを備えている。この信号処理手段は、少なくとも 3 つ以上の中心周波数で算出された位置情報の中で多数決を行い、何らかの電波障害により矛盾する位置情報が算出された場合に、多数決の結果、少ない方の位置情報を異常値と判断し排除する。

【 0 0 0 7 】

この発明による車載用レーダ装置によれば、少なくとも3つ以上の中心周波数で算出された位置情報の中で多数決を行い、他車輛のレーダ装置から送信された電波との干渉により矛盾する位置情報が算出された場合に、この結果を多数決により異常値と判断し排除するから、干渉による障害物の誤検知を防ぐことができる。

【0008】

また、この発明による車載用レーダ装置は、自車前方へある周波数を中心に変調した電波を送信アンテナから放射し、先行車等からの反射波を受信アンテナで受信して、少なくとも先行車の自車輛に対する相対位置を検出する車載用電波レーダ装置において、送信する電波の中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振する発振手段と、受信された少なくとも3つ以上の中心周波数による反射波を各々ミキサでダウンコンバートした中間周波信号からスペクトラムを算出し、何らかの電波障害により該スペクトラムの一部またはそのすべてが異なる波形と判断されたときに、それを異常と判断し排除する信号処理手段と備えている。

【0009】

この発明による車載用レーダ装置によれば、受信された反射波をダウンコンバートしたIF信号のスペクトラムの波形を比較することで、誤検知の判断を行うことができる。

【0010】

この発明による車載用レーダ装置は、自車前方へ異なる2つの周波数を交互に放射し、先行車からの反射波を受信アンテナで受信して、該先行車の相対距離情報を2つの周波数の位相差から算出する2周波CWレーダ方式のものと、時間とともに所定パターンで変化する周波数変調を行うFMCWレーダ方式のもの、何れにも適用できる。

【0011】

また、この発明による車載用レーダ装置は、自車前方へ異なる2つの周波数を交互に放射し、先行車からの反射波を受信アンテナで受信して、該先行車の相対距離情報を2つの周波数の位相差から算出する2周波CWレーダ方式の車載用電

波レーダ装置において、該レーダ装置で受信される2周波の受信スペクトラムを算出し、何らかの電波障害により該スペクトラムの一部またはそのすべてが異なる波形と判断されたときに、それを異常と判断する信号処理手段を備えている。

【0012】

この発明による車載用レーダ装置によれば、受信される2周波の受信スペクトラムを比較することで、誤検知の判断を行うことができる。

【0013】

また、この発明による車載用レーダ装置は、複数の中心周波数において干渉が発生し、全て異常と判断される場合には、ドライバにレーダによる障害物検知が不可能であることを報告する手段を備えている。ドライバへの注意喚起には視覚表示を行う表示器および／または音声出力を行うスピーカを用いることができる。

【0014】

また、上述の目的を達成するために、この発明による車載用電波レーダ装置の信号処理方法は、自車前方へある周波数を中心に変調した電波を送信アンテナから放射し、先行車等からの反射波を受信アンテナで受信して、少なくとも先行車の自車輻に対する相対位置を検出する車載用電波レーダ装置の信号処理方法において、送信する電波の中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振し、送信される複数の中心周波数毎に、先行車の位置情報を算出し、少なくとも3つ以上の中心周波数で算出された位置情報の中で多数決を行い、何らかの電波障害により矛盾する位置情報が算出された場合に、多数決の結果、少ない方の位置情報を異常値と判断し排除する。

【0015】

また、この発明による車載用電波レーダ装置の信号処理方法は、自車前方へある周波数を中心に変調した電波を送信アンテナから放射し、先行車等からの反射波を受信アンテナで受信して、少なくとも先行車の自車輻に対する相対位置を検出する車載用電波レーダ装置の信号処理方法において、送信する電波の中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振し、受信された反射波をミキサでダウンコンバートした中間周波信号からスペクトラムを算出し、何らかの電波障

害により該スペクトラムの一部またはそのすべてが異なる波形と判断されたときに、それを異常と判断し排除する。

【0016】

また、この発明による車載用電波レーダ装置の信号処理方法は、自車前方へ異なる2つの周波数を交互に放射し、先行車からの反射波を受信アンテナで受信して、該先行車の相対距離情報を2つの周波数の位相差から算出する2周波CWレーダ方式の車載用電波レーダ装置の信号処理方法において、該レーダ装置で受信される2周波の受信スペクトラムを算出し、何らかの電波障害により該スペクトラムの一部またはそのすべてが異なる波形と判断されたときに、それを異常と判断する。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の車載用レーダ装置の実施形態について説明する。

図1は、本発明による車載用電波レーダ装置の一つの実施形態を示している。車載用電波レーダ装置は、信号処理部11、変調器12、発振器13、送信アンテナ14、受信アンテナ15、ミキサ16、アナログ回路部17、A/Dコンバータ18、FFT（高速フーリエ変換）部19を有する。

【0018】

発振器13は、変調器12からの変調信号を受け、送信アンテナ14から変調を伴う高周波信号（電波）を放射する。発振器13は、高周波信号として76GHz帯のミリ波を発振し、送信する電波の中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振できる。この実施形態では、発振器13は、異なる3つ以上の中心周波数（CF1、CF2、CF3…）の電波を繰り返し発振する。

【0019】

車輛や障害物等のターゲットから反射されて返ってくる電波信号は、受信アンテナ15で受信され、ミキサ16によって周波数変換を施される。ミキサ16には発振器13の出力信号の一部が方向性結合器20を介して供給されており、発振器13からの信号と、受信信号とのミキシングによって発生するビート信号がアナログ回路17へ送られる。ここで、ドップラ周波数を利用して相対速度や距

離が計測される。直接ベースバンドに変換するホモダイン方式の受信系の場合には、ミキサ16からの出力のビート信号の周波数がドップラ周波数となる。

【0020】

アナログ回路17に送られたビート信号は、A/Dコンバータ18によってデジタル信号に変換され、FFT部19に供給される。FFT部19はフーリエ解析処理によりビート信号の周波数スペクトラムをもとに振幅と位相の情報を計測する。この振幅と位相の情報は信号処理部11へ送られる。

【0021】

信号処理部11は、DSP (Digital Signal Processor) 等により構成されており、図2 (a) に示されているように、位置情報算出部21と、フィルタ部22と、データ格納部23と、位置情報出力部24とを含んでいる。

【0022】

位置情報算出部21は、各中心周波数 (CF1、CF2、CF3...) 毎のFFT解析結果に基づいて中心周波数 (CF1、CF2、CF3...) 毎に先行車の位置情報 (距離、相対速度、方位角度) を算出する。フィルタ部22は、3つの中心周波数 (CF1、CF2、CF3...) の電波による各位置情報について多数決判断を行う。フィルタ部22による多数決判断の少ない方の位置情報を異常値と判断し排除し、真データ (正常データ) は、平均化されてデータ格納部23に格納される共に、位置情報出力部24より図2 (b) の如き液晶ディスプレイ等による表示器31とスピーカ32に出力される。

【0023】

図3は、本発明による車載用電波レーダ装置における送信信号の一例を示している。送信信号は、中心周波数を中心に2種類の周波数 f_1 および f_2 に変調した電波を放射し、障害物に反射して受信される2種類の電波の位相差から距離を測定する2周波CW (Continuous Wave) レーダにおいて、一定周期で中心周波数CF (f_1 、 f_2) をシフトしたものである。

中心周波数のシフトおよび2周波の変調は、信号処理部11によって変調器12を制御することにより行われる。この2周波 f_1 、 f_2 を1フレームとして信

号処理を行い、数フレーム単位で中心周波数を C F 1、C F 2、C F 3…とシフトする。

【 0 0 2 4 】

図 4 はミキサ 1 6 から得られるビート信号に対し高速フーリエ変換したスペクトラム波形を示している。中心周波数 C F 1 において送信波 f 1 が先行車に反射して受信された場合、自車に対する先行車の相対速度がドップラ周波数 f d 1 としてピーク（ターゲット情報） A のように得られる。

【 0 0 2 5 】

ドップラ周波数 f d 1 から先行車の相対速度 R a t e を求める式は以下のよう
に表される。

$$R a t e = C (f d 1 / 2 f 1)$$

但し、C：光速

【 0 0 2 6 】

送信波 f 1 と f 2 それぞれのピークに関して位相差 ϕ を求めることで、先行車の相対距離 R a n g e が以下のように算出される。

$$R a n g e = C \cdot \phi / 4 \pi \cdot \Delta f$$

$$\Delta f = f 1 - f 2$$

上記の先行車の位置情報の算出方法は、f 1 と f 2 の周波数幅を変えない限り、中心周波数の切替え（C F 1、C F 2、C F 3…）には依存しない。

【 0 0 2 7 】

ここで、図 3 に示されているように、C F 2 の送信周波数 f 1 で、有害電波 E による電波障害を受けると、図 4 に示すスペクトラムのように、誤ったピーク（ターゲット情報） B として検出されたり、図 5 に示すスペクトラムのように、ノイズの上昇となり、結果として誤った先行車の位置情報を出力してしまうことが考えられる。

【 0 0 2 8 】

そこで、少なくとも 3 つ以上の中心周波数（C F 1、C F 2、C F 3…）から得られる信号処理の結果を用いて多数決を行い、それぞれの信号処理結果に相違があると判断されるときは、少ない方の信号処理結果を異常と判断して排除する

。その結果、誤った先行車の位置情報の出力を抑制することが可能となる。

この多数決判断のロジックと多数決判断による真データの取得ロジックのフローを図 6 を参照して説明する。

【 0 0 2 9 】

まず、中心周波数 C F 1 による信号より演算された位置情報（たとえば、距離値）と中心周波数 C F 2 による信号より演算された位置情報との差分（偏差）が予め設定されているしきい値以内であるか否かを判別する（ステップ S 1 1）。

しきい値以内であれば（ステップ S 1 2 肯定）、つぎに、中心周波数 C F 2 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 3 による信号より演算された位置情報との差分（偏差）が予め設定されているしきい値以内であるか否かを判別する（ステップ S 1 2）。

【 0 0 3 0 】

しきい値以内であれば（ステップ S 1 2 肯定）、これは、電波障害が発生していない時である。この場合には、中心周波数 C F 1 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 2 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 3 による信号より演算された位置情報の全ての真データとして平均値演算を行う（ステップ S 1 3）。

【 0 0 3 1 】

これに対し、中心周波数 C F 2 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 3 による信号より演算された位置情報との差分がしきい値以内でなければ（ステップ S 1 2 否定）、これは、中心周波数 C F 3 に関して電波障害が発生した時である。この場合には、中心周波数 C F 1 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 2 による信号より演算された位置情報を真データとして平均値演算を行う（ステップ S 1 4）。

【 0 0 3 2 】

中心周波数 C F 1 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 2 による信号より演算された位置情報との差分がしきい値以内でなければ（ステップ S 1 1 否定）、つぎに、中心周波数 C F 1 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 3 による信号より演算された位置情報との差分（偏差）が予め設定

されているしきい値以内であるか否かを判別する（ステップ S 15）。

【0033】

しきい値以内であれば（ステップ S 15 肯定）、これは、中心周波数 C F 2 に関して電波障害が発生した時である。この場合には、中心周波数 C F 1 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 3 による信号より演算された位置情報を真データとして平均値演算を行う（ステップ S 16）。

【0034】

中心周波数 C F 1 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 3 による信号より演算された位置情報との差分がしきい値以内でなければ（ステップ S 15 否定）、つぎに、中心周波数 C F 2 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 3 による信号より演算された位置情報との差分（偏差）が予め設定されているしきい値以内であるか否かを判別する（ステップ S 17）。

【0035】

しきい値以内であれば（ステップ S 17 肯定）、これは、中心周波数 C F 1 に関して電波障害が発生した時である。この場合には、中心周波数 C F 2 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 3 による信号より演算された位置情報を真データとして平均値演算を行う（ステップ S 16）。

【0036】

中心周波数 C F 2 による信号より演算された位置情報と中心周波数 C F 3 による信号より演算された位置情報との差分もしきい値以内でなければ（ステップ S 17 否定）、これは、電波障害の影響を受けていない真データを抽出できない時である。この場合には、警告出力を行い（ステップ S 19）、レーダ検知が不可能（計測不能）であることを、表示器（計器パネル）31で視覚表示および／またはスピーカ 32による音声出力で、ドライバに知らせ、ドライバへの注意喚起を行う。電波障害時の表示器 31の表示は、たとえば、図 2（b）に示されているように、レーダ表示部 31Aに、×印 31Bを表示することにより行われる。

【0037】

他の実施形態として、受信された反射波をミキサ 16でダウンコンバートした中間周波（I F）信号からスペクトラムを算出し、何らかの電波障害により、ス

ペクトラムの一部またはそのすべてが異なる波形と判断されたときに、それを異常と判断して排除し、図 6 に示されている多数決判断による真データの取得ロジックフローと同様のフローで、真データの平均値を取得することができる。

【0038】

スペクトラム波形の比較ロジックのフローを図 7 を参照して説明する。

まず、カウンタを 0 リセットする（ステップ S 2 1）。つぎに、中心周波数 C F 1 によるスペクトラムと中心周波数 C F 2 によるスペクトラムの所定周波数域（0 ～ 4 0 H z）における各周波数（たとえば、1 H z 毎のサンプリング周波数）について信号強度の差分が予め設定されたしきい値以内であるか否かの判別を行う（ステップ S 2 2）。しきい値以内であれば、カウンタをインクリメントする（ステップ S 2 3）。この判別ステップ S 2 2 とカウンタインクリメントステップ S 2 3 は、0 ～ 4 0 H z の周波数範囲で繰り返し行われる。

【0039】

判別ステップ S 2 2 とカウンタインクリメントステップ S 2 3 が完了すると、カウンタ値が所定値、たとえば 3 0 以上であるか、否かの判別を行う（ステップ S 2 4）。カウンタ値が 3 0 以上であれば（ステップ S 2 4 肯定）、同じスペクトラム波形と判断し（ステップ S 2 5）、これに対し、カウンタ値が 3 0 未満であれば（ステップ S 2 4 否定）、異なるスペクトラム波形と判断する（ステップ S 2 6）。

このスペクトラム波形の比較は、同様に、中心周波数 C F 1 によるスペクトラムと中心周波数 C F 3 によるペクトラム、中心周波数 C F 2 によるスペクトラムと中心周波数 C F 3 によるペクトラムに関しても、同様に行われる。

【0040】

次に、FMCW（F r e q u e n c y M o d u l a t e d C o n t i n u o u s W a v e）方式レーダに適用した実施形態について、図 7 を用いて説明する。図 8（a）は、FMCW方式レーダの変調パターンを示し、図 8（b）は、送信電波と受信電波をミキサでダウンコンバートしたドプラ周波数を示している。

【0041】

FMCW方式レーダで、上述の2周波CW方式レーダと異なるところは、周波数変調を図8(a)に示されているように、時間とともに直線的に変化(三角変調)させるところである。

FMCW方式レーダでは、三角波の上昇区間と下降区間を1フレームとして信号処理を行い、数フレームごと中心周波数を $CF1$ 、 $CF2$ 、 $CF3$ …とシフトさせる。

【0042】

この変調方式において、送信信号と受信信号の間には、先行車までの電波の往復距離に相当する時間遅れと、相対速度によるドップラシフトが生じ、これらの周波数差(ドップラ周波数)は、三角波の上昇区間で f_{b1} 、下降区間で f_{b2} となる。

これらのドップラ信号に対してFFT(高速フーリエ変換)処理が施されると、図9に示されているように、周波数領域の中で、信号ピークとして、先行車等のターゲットを抽出することができる。この際、ターゲットのピークが現れる周波数 F_{b1} 、 F_{b2} は、ターゲットとの距離に比例する。すなわち、周波数0は、距離が0であることを示す。

【0043】

ここで、 $CF2$ の送信周波数付近で、有害電波Eに電波障害を受けると、誤った周波数にピーク P_e が検出されたり、もしくは、正しいピークが得られないため、結果として誤った先行車の位置情報を出力してしまうことが考えられる。

そこで、少なくとも3つ以上の中心周波数から得られる信号処理の結果で多数決を行い、お互いの信号処理結果の中で相違があると判断されるときは少ない方の信号処理結果を異常と判断して排除する。この結果、2周波CW方式と同様に、誤った先行車の位置情報の出力を抑制することが可能となる。

【0044】

次に、モノパルス方式レーダに適用した実施形態を図10～図12を参照して説明する。図10(a)は電波レーダ装置50を装着した自車両100が先行車101に追従走行しているのを上方から見たものである。モノパルスレーダでは、図10(b)に示されているように、1つの送信アンテナTxに対して2つの

受信アンテナ Rx 1、Rx 2 が設けられており、受信アンテナ Rx 1 と Rx 2 で受信する反射波の信号強度の比から先行車の方位角度を計測する。

【0045】

一般的に車載用電波レーダでは、電波の放射範囲において路面や側壁で反射するため、先行車 101 に対して最短の軌跡を経て受信される直接波と、路面や側壁に反射して受信される間接波が存在する。図 11 に示されているように、ある距離 Range に存在する反射物 X から受信される反射波には、直接波 Wd に加え、路面に反射して受信される間接波 Wi r があり、直接波 Wd と間接波 Wi の合成において、それぞれの経路差（＝位相差）に依存して信号の減衰が生じる。

【0046】

また、経路差（＝位相差）は距離の変化に加え、反射物の高さや送信する電波の周波数にも依存する。図 12 は、ある周波数の送信波を用いた場合に、ある高さにある反射物の距離と減衰量の分布を示している。側壁に反射して受信される間接波においても、路面に反射して受信される間接波との間で減衰を生じて固有の減衰分布を持つことになる。

【0047】

ここで、図 13 に示されているように、電波レーダ装置 50 を装着した自車両 100 が先行車 101 に追従して走行する場合では、先行車 101 からの直接波 Wd に加え、側壁等に反射して受信される間接波 Wi s と路面に反射して受信される反射波が受信される。

通常、側壁からの間接波 Wi s は、側壁で反射による減衰があるため、直接波 E Wd より受信強度が強くなることはまれである。このため、モノパルスレーダで方位角度を計測するとき、概ね、直接波 Wd によって正しい計測が行われる。

【0048】

しかし、距離によっては側壁からの間接波 Wi s より、直接波 Wd の信号の方が多く減衰し、結果として、車両 101 E のように誤った方位角度が計測されてしまうことがある。そこで、この場合も、少なくとも 3 つの異なる中心周波数で方位角度の計測を行うことで、まれにある周波数で直接波が大きく減衰したとしても、多数決の結果、相違のある信号処理結果を異常と判断して排除することが

可能となる。

【0049】

次に、他の実施形態として、2周波CWレーダ装置に応用した例を、図14を用いて説明する。このレーダ方式は既に述べたとおり、中心周波数を中心に2種類の周波数 f_1 と周波数 f_2 の電波を放射する変調方式である。

ここで、いずれかの送信周波数、たとえば、周波数 f_2 で有害電波により電波障害を受けた場合、図14に示されているスペクトラムのように、周波数 f_1 によるスペクトラムと周波数 f_2 によるスペクトラムの一部またはすべてにおいて波形の相違が生じる。この場合、周波数 f_1 によるスペクトラムと周波数 f_2 によるスペクトラムとで、ターゲット情報となるピーク周波数が、 $P(f_1)$ と $P(f_2)$ で異なっている。

【0050】

そこで、 f_1 と f_2 のスペクトラム波形を比較し、相違があると判断されるときは異常と判断して、フェール信号を出力することができる。

この場合のスペクトラム波形の比較ロジックのフローを図15を参照して説明する。まず、カウンタを0リセットする（ステップS31）。つぎに、周波数 f_1 によるスペクトラムと周波数 f_2 によるスペクトラムの所定周波数域（0～40 Hz）における各周波数（たとえば、1 Hz 毎のサンプリング周波数）について信号強度の差分が予め設定されたしきい値以内であるか否かの判別を行う（ステップS32）。

しきい値以内であれば、カウンタをインクリメントする（ステップS33）。この判別ステップS32とカウンタインクリメントステップS33は、0～40 Hz の周波数範囲で繰り返行われる。

【0051】

判別ステップS32とカウンタインクリメントステップS33が完了すると、カウンタ値が所定値、たとえば30以上であるか、否かの判別を行う（ステップS34）。カウンタ値が30以上であれば（ステップS24肯定）、干渉なしと判断し（ステップS35）、これに対し、カウンタ値が30未満であれば（ステップS24否定）、干渉ありと判断する（ステップS36）。

【 0 0 5 2 】

以上、実施形態において説明したように、本発明による車載用電波レーダ装置では、自車前方へ中心周波数を一定時間毎に異なる周波数に切替えて発振させる発振手段を備え、該発振手段で送信される複数の中心周波数毎に先行車の位置情報を算出し、少なくとも3つ以上の中心周波数で算出された位置情報の中で多数決を行い、他車輛のレーダ装置から送信された電波との干渉により矛盾する位置情報が算出された場合に、この結果を多数決により異常値と判断し排除することで、干渉による障害物の誤検知を防ぐことが可能となる。

【 0 0 5 3 】

またこの効果は、多数決判断に用いる判断基準には位置情報に限らず、受信された反射波をダウンコンバートした I F 信号のスペクトラムの波形を比較することで誤検知の判断を行うことも可能である。

また、他車のレーダ波との干渉に限らず、自車のレーダ波が最短の軌跡とは別に、路面や路側壁等より反射して複数の軌跡を経由して受信される電波に干渉した場合においても、同様の多数決判定によって誤検知を防ぐことが可能となる。

さらに、2周波CW方式レーダでは、受信される2周波の受信スペクトラムを比較することで誤検知の判断を行うことが可能となる。

【 0 0 5 4 】

複数の中心周波数において干渉が発生し、上記いずれかの方法による誤検知の対策手段を用いたにもかかわらず、異常と判断される位置情報を排除することが困難と判断されるときには、ドライバにレーダによる障害物検知が不可能であると報告する表示手段で、注意を促すことが可能となる。

【 0 0 5 5 】

この結果、従来技術のような特別な回路や判断部を必要とせず、コストアップなしに干渉による誤検知の防止を可能とする車載用レーダ装置を実現することができる。

尚、上述の実施形態では、特に76GHz帯に関して詳述したが、他の周波数帯においても同様の効果が得られることは言うまでもない。

【 0 0 5 6 】

【発明の効果】

以上の説明から理解される如く、この発明による車載用レーダ装置によれば、少なくとも 3 つ以上の中心周波数で算出された位置情報の中で多数決判断を行うから、特別な回路や判断部を必要とせず、コストアップなしに干渉を含む電波障害による誤検知を防止することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明による車載用レーダ装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図 2】

(a) は本発明による車載用レーダ装置の信号処理部の一実施形態を示すブロック図、(b) は表示器の実施形態を示す説明図である。

【図 3】

2 周波 CW レーダにおいて一定周期で中心周波数をシフトしたときの送信信号放射パターンである。

【図 4】

送信信号が電波障害を受けた場合の受信信号をダウンコンバートしたスペクトラム波形の一例を示す波形図である。

【図 5】

送信信号が電波障害を受けた場合の受信信号をダウンコンバートしたスペクトラム波形の一例を示す波形図である。

【図 6】

本発明の一つの実施形態における多数決判断のロジックと多数決判断による真データの取得ロジックのフローチャートである。

【図 7】

本発明の一つの実施形態におけるスペクトラム波形の比較ロジックのフローチャートである。

【図 8】

(a) は FMCW での一定周期で中心周波数をシフトした時の送信信号パターンを示す波形図、(b) はそのドップラ周波数特性を示す図である。

【図 9】

電波障害が発生したときの受信信号をダウンコンバートしたスペクトラム波形を示す波形図である。

【図 10】

(a) はモノパルスレーダ装置にて先行車の方位角度を計測する手段を説明する図、(b) モノパルスレーダ装置を示す図である。

【図 11】

障害物からの反射波が複数の経路を経て受信されるケースの電波の軌跡を示す図である。

【図 12】

2つの経路を経て受信される反射波の干渉により、障害物の距離に対して受信信号電力が変化することを示すグラフである。

【図 13】

多重反射により先行車位置を誤って検出した場合の走行パターンを示す図である。

【図 14】

2周波CWの f_1 と f_2 の周波数間で、電波障害により受信信号に相違が生じた場合のスペクトラム波形を示す波形図である。

【図 15】

2周波CWにおけるスペクトラム波形の比較ロジックのフローチャートである。

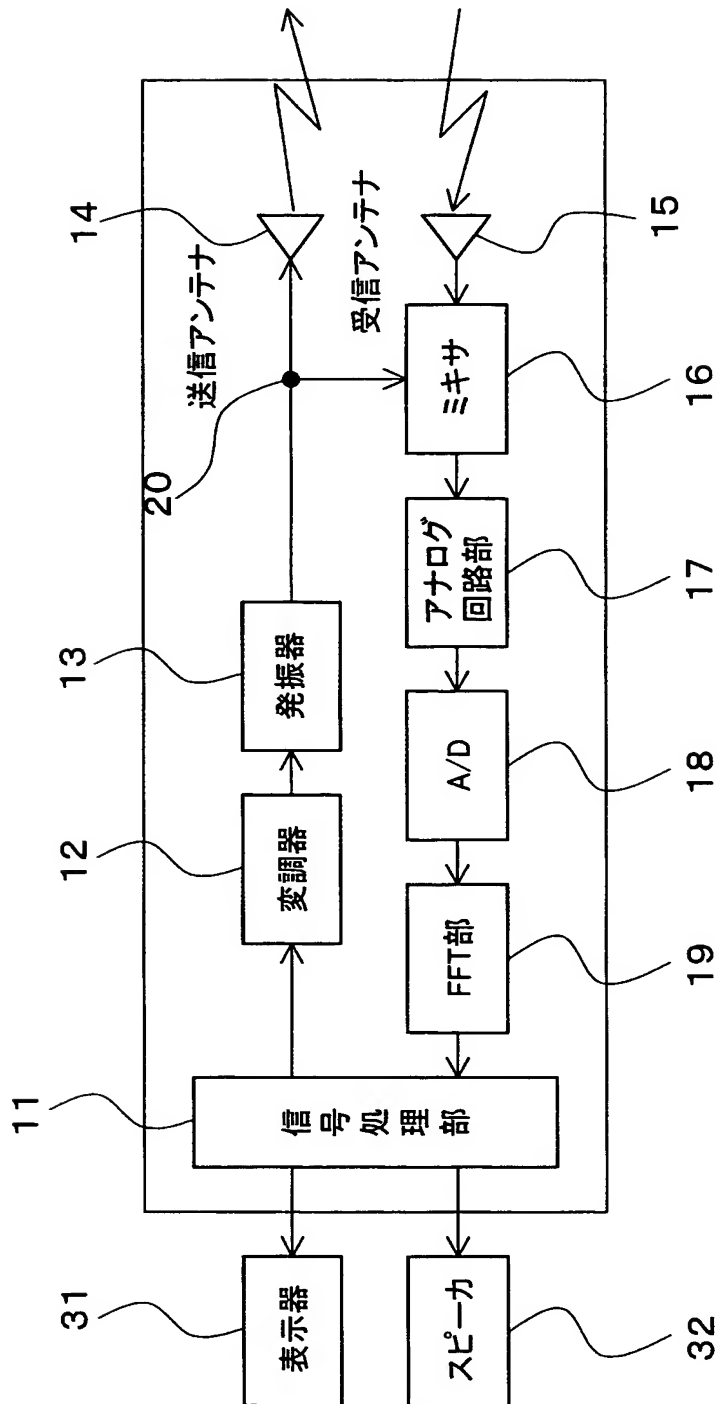
【符号の説明】

- 10 車載用レーダ装置
- 11 信号処理部
- 12 変調器
- 13 発振器
- 14 送信アンテナ
- 15 受信アンテナ
- 16 ミキサ

- 1 7 アナログ回路部
- 1 8 A／Dコンバータ
- 1 9 F F T 部
- 2 1 位置情報算出部
- 2 2 フィルタ部
- 2 3 データ格納部
- 2 4 位置情報出力部
- 3 1 表示器
- 3 2 スピーカ
- 5 0 電波レーダ装置
- 1 0 0 自車両
- 1 0 1 先行車

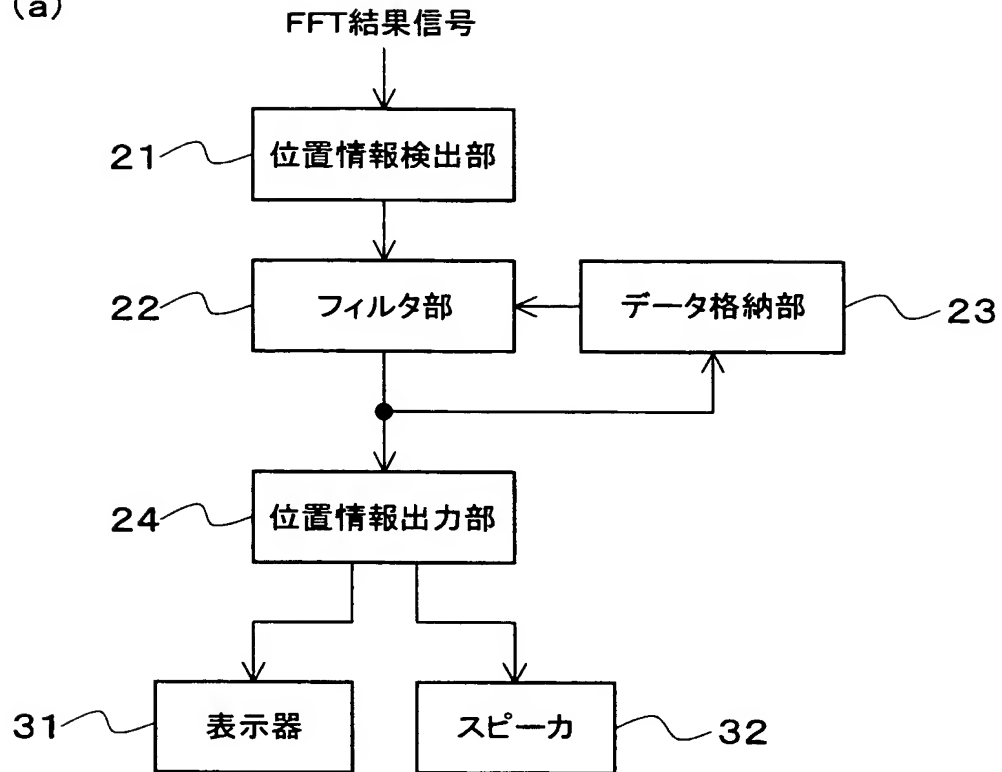
【書類名】 図面

【図 1】

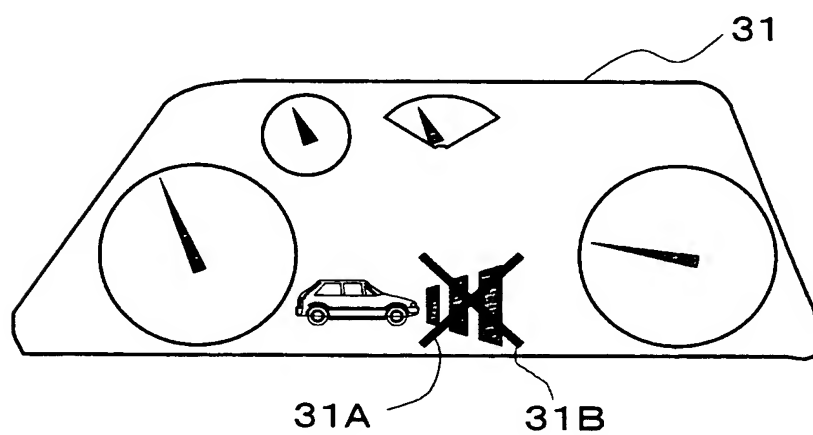


【図 2】

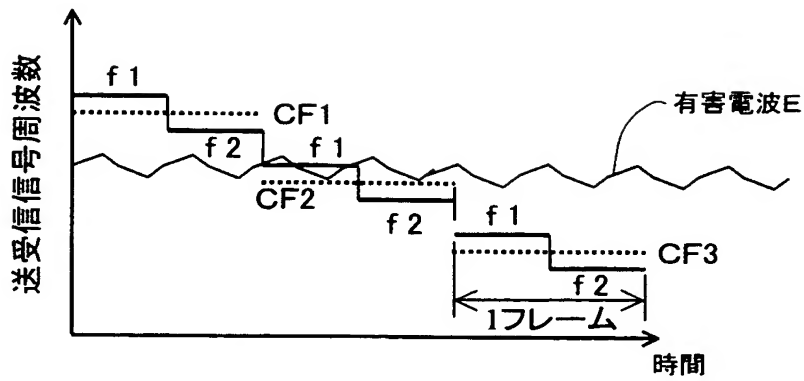
(a)



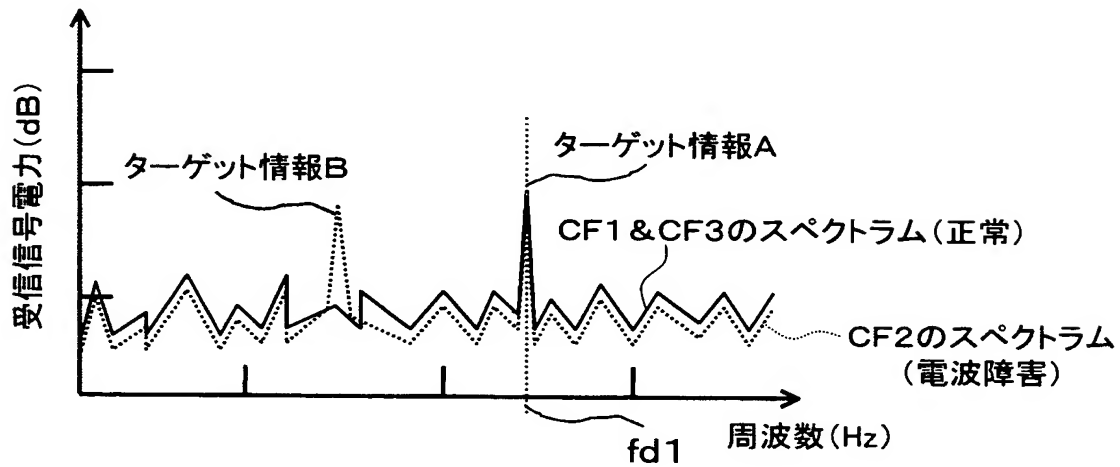
(b)



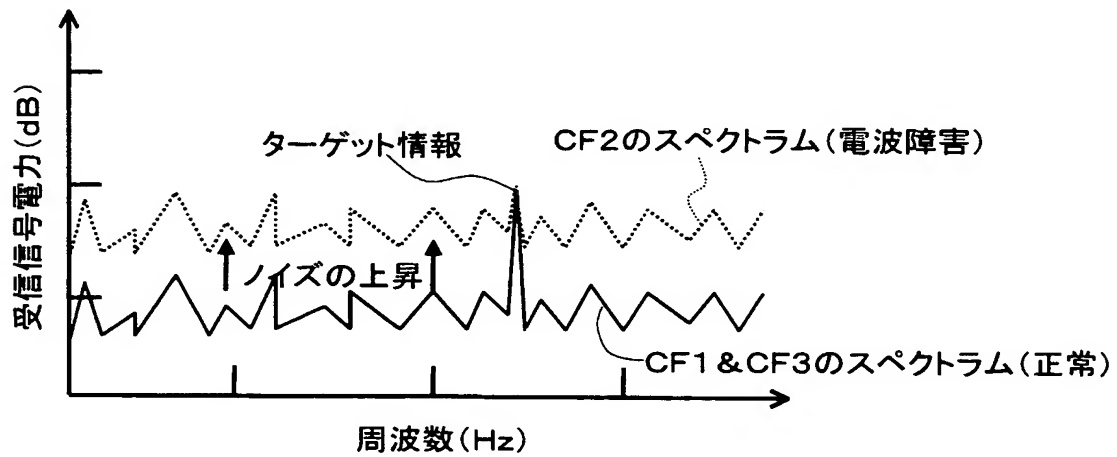
【図 3】



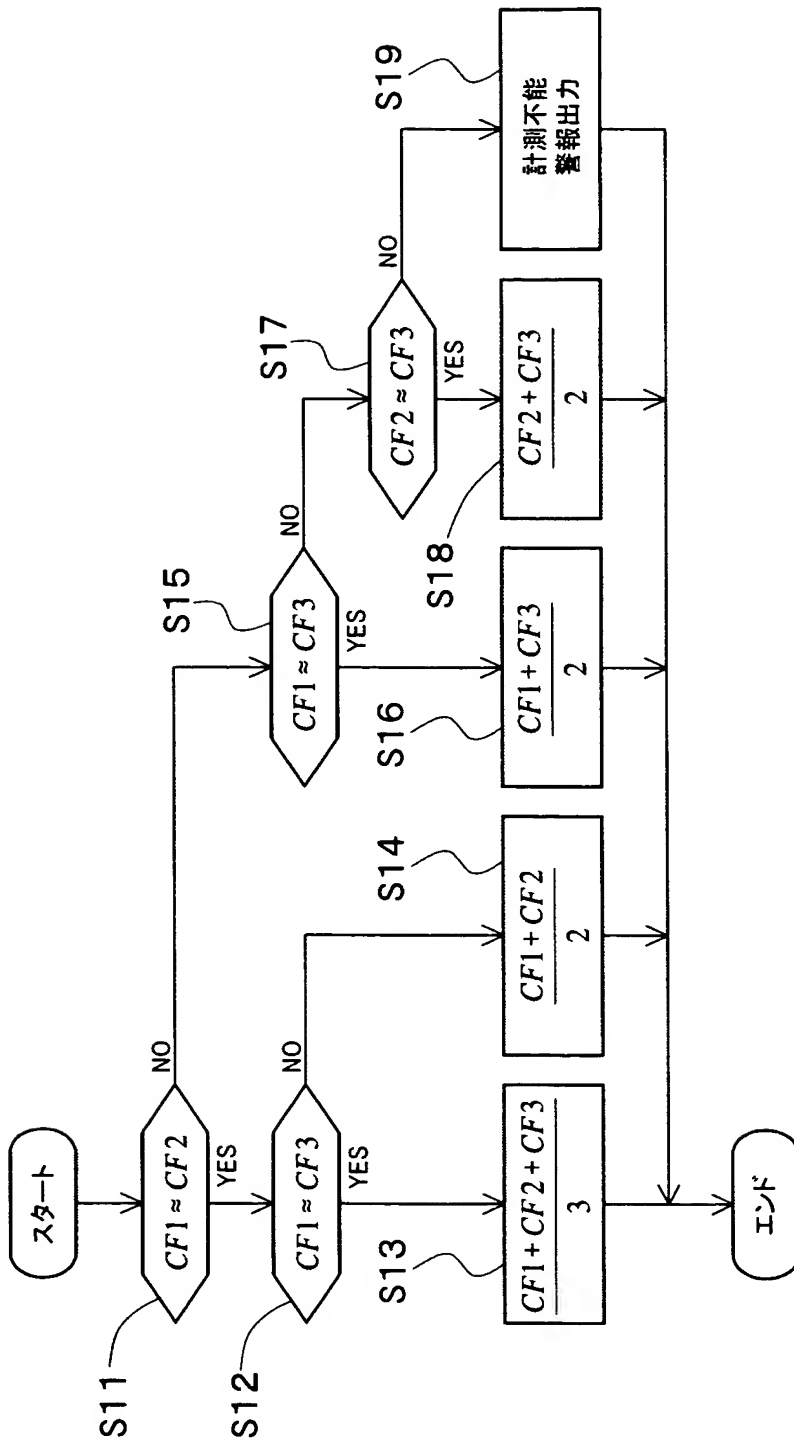
【図 4】



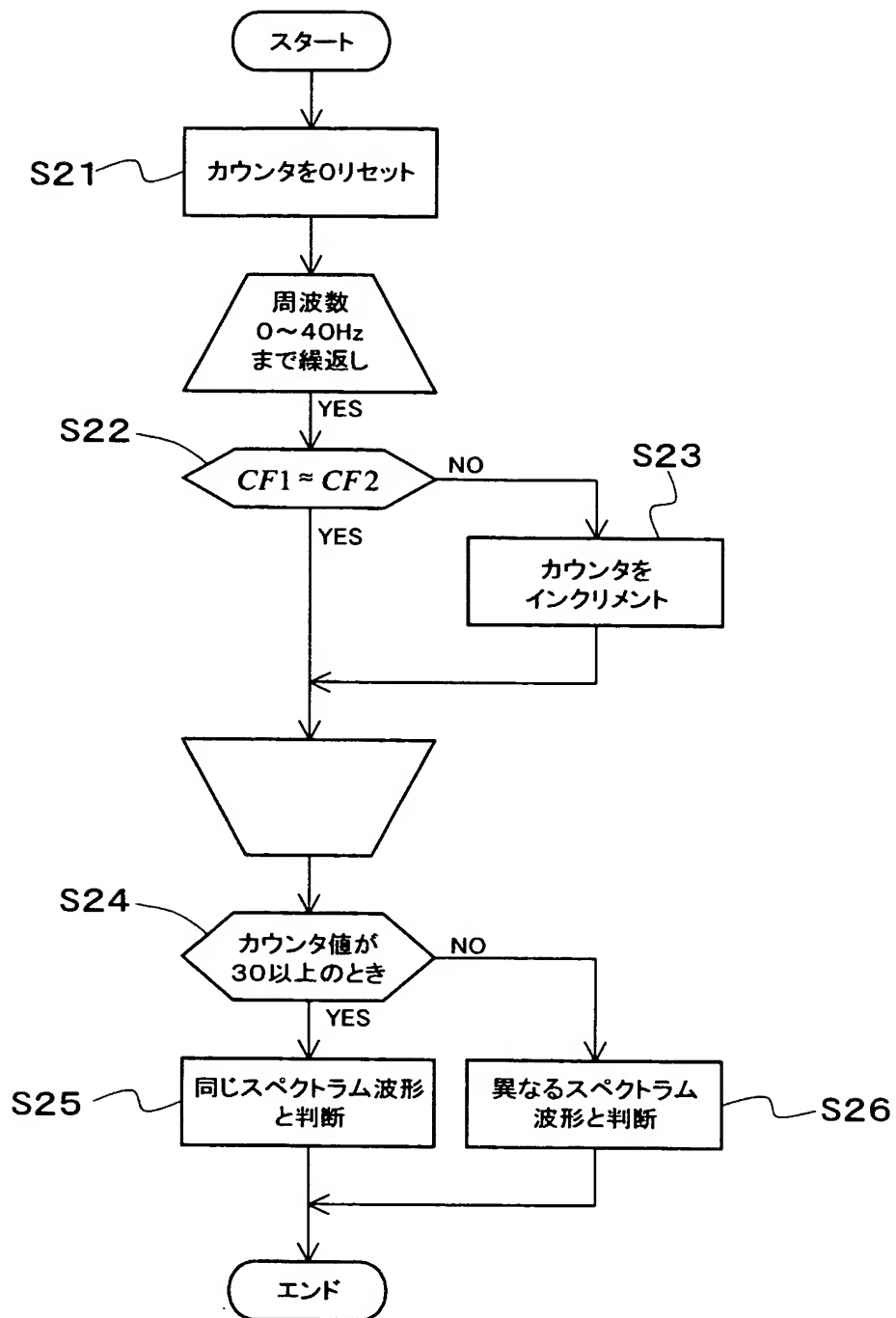
【図 5】



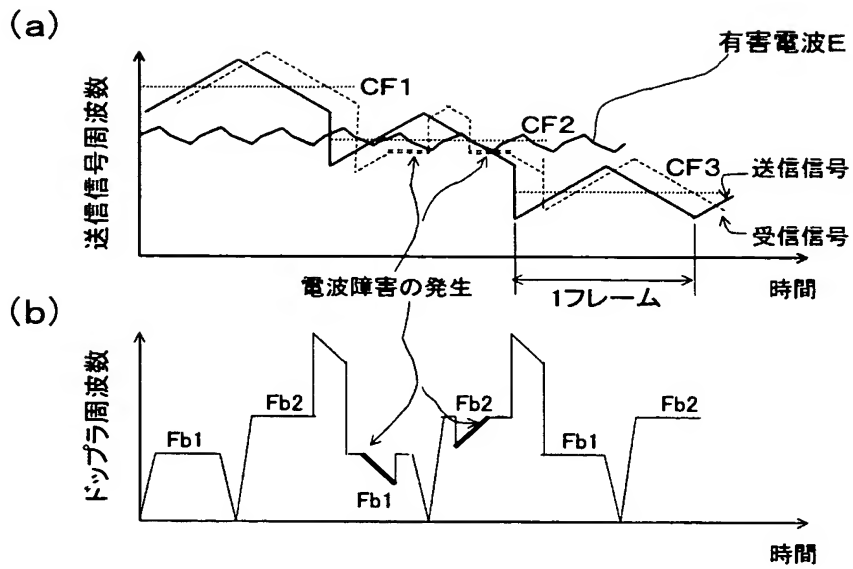
【図 6】



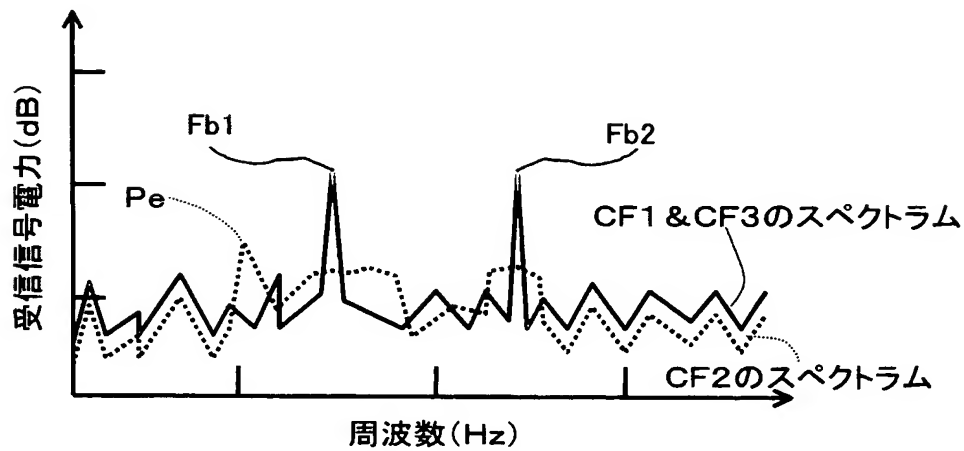
【図 7】



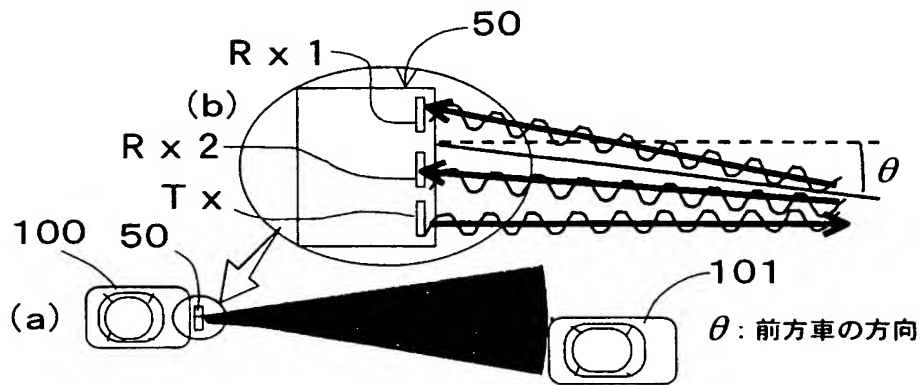
【図 8】



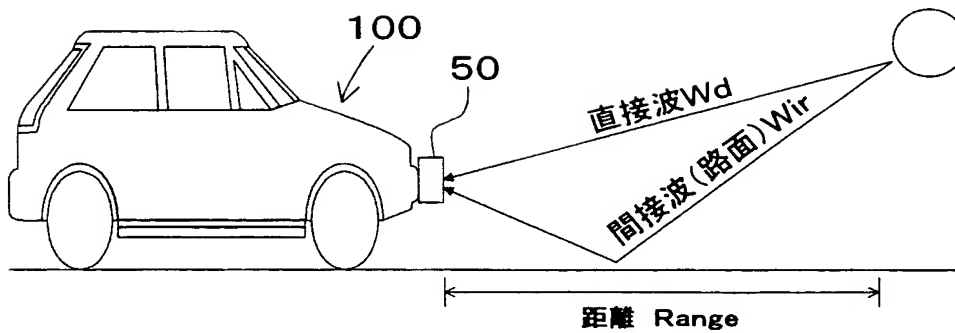
【図 9】



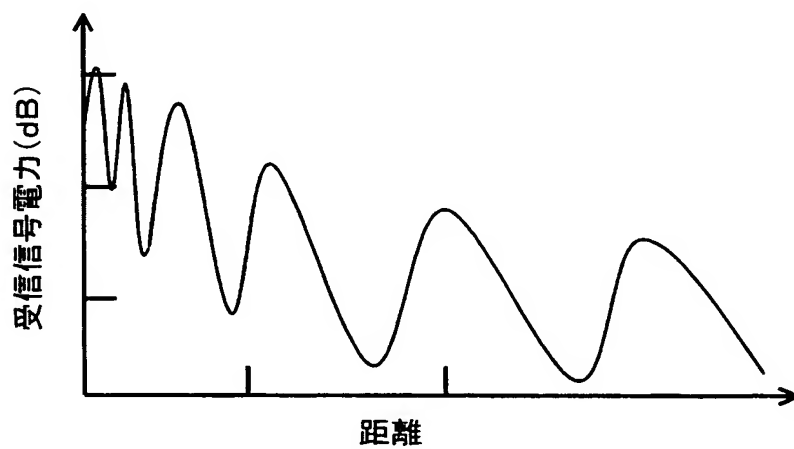
【図 10】



【図 11】

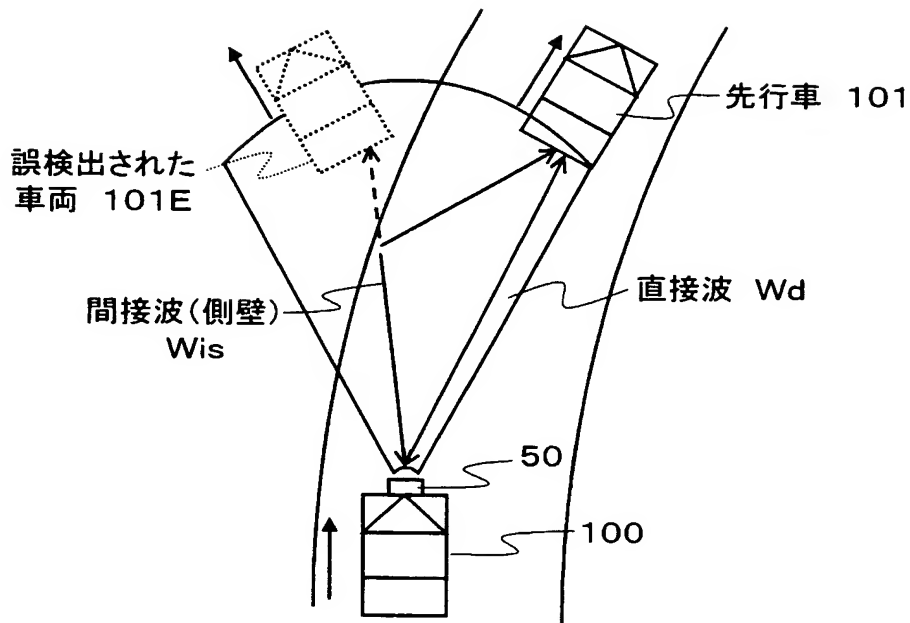


【図 12】

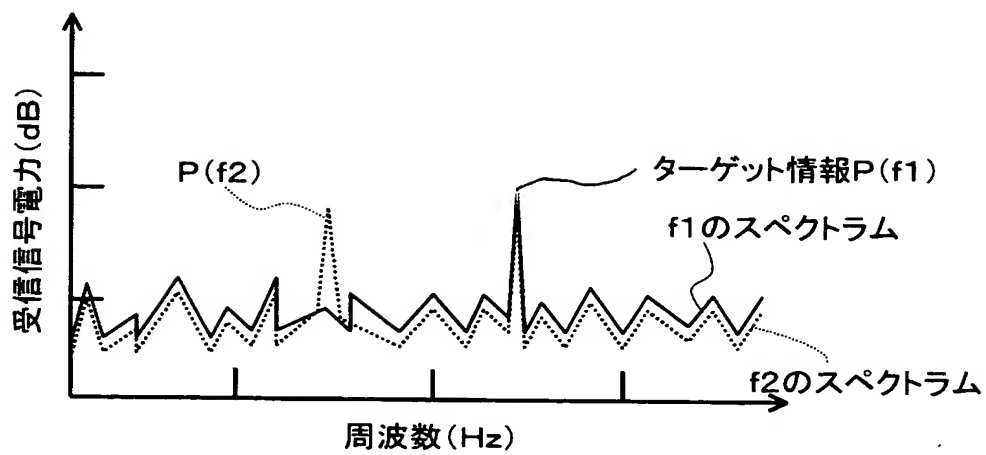


マルチパスによる受信信号強度の変化

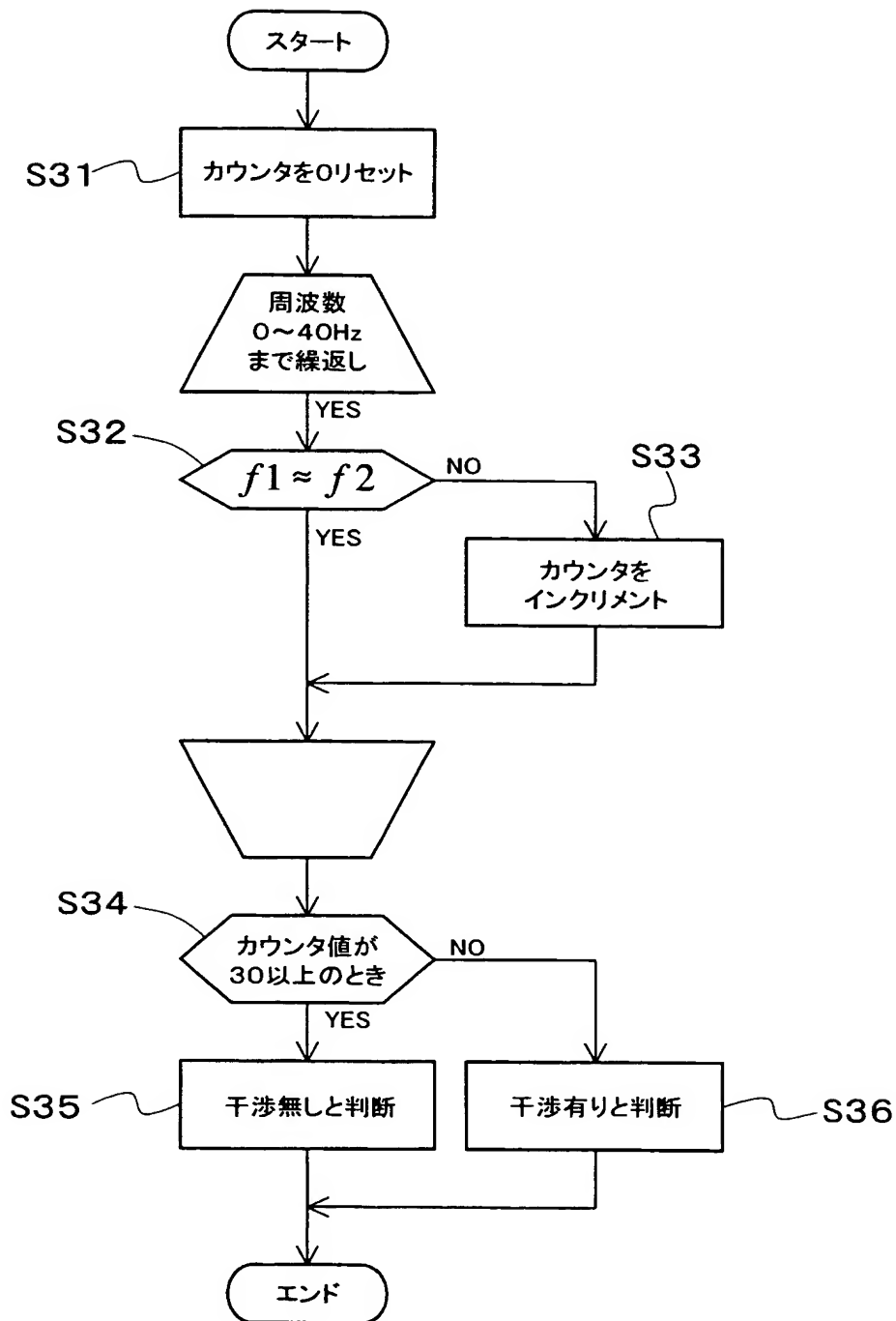
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電波障害を起こした場合に、誤った障害物検知または検出漏れをせず正しく障害物検出を行うことを可能とする車載用レーダ装置を実現する。

【解決手段】 車載用電波レーダにおいて、送信波の中心周波数を周期的にシフトし、それぞれの周波数において検出された障害物の位置情報の中で多数決を行い、電波障害で誤った障害物検知結果がある場合に、それを排除する。

【選択図】 図 6

特願 2 0 0 2 - 2 7 5 0 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 千 代 田 区 神 田 駿 河 台 4 丁 目 6 番 地

氏 名

株 式 会 社 日 立 製 作 所